BESLENME BİYOKİMYASI TEMEL KAVRAMLAR

Bazı Tanımlar

- **Besin:** Yenilebilen ve yenildiğinde yaşam için gerekli besin ögelerini sağlayan bitki ve hayvan dokularıdır.

- **Besin Ögesi:** Besinleri oluşturan spesifik maddeler olan protein, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler ve minerallerdir.
- **Makro besin ögeleri:** Vücudumuzda ve besinlerde çok miktarda bulunan besin ögeleridir.

  Karbonhidratlar-proteinler-yağlar
- **Mikro besin ögeleri:** Vücudumuzda ve besinlerde az miktarda bulunan besin ögeleridir.

Bazı Tanımlar

- **Beslenme:** Büyüme, yenilenme, organizmanın işlevleri ve devamı için gerekli besin ögelerinin sağlıklı, yeterli ve dengeli bir biçimde alımı ve kullanımıdır.

- **Biyokimya:** Canlı organizmaların kimyasal yapı ve kuruluşları ile canlılık olaylarını moleküler düzeyde inceleyen bilim dalıdır.

- **Beslenme Biyokimyası:** Besin ögelerinin insan metabolizmasındaki etkileri ve metabolizması, bu ögelerin sağlıkta ve hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde beslenmenin rolü ile ilişkilendirilmesi üzerine temel ve uygulamalı araştırmaları kapsar.

Canlı

- **Belirli bir yaşam dönemi geçiren; büyüme, gelişme ve çoğalma yeteneği gösteren, bunların sürekliliği için çevresinden enerji alarak kullanılabilen varlıklar canlıdır.**

“Canlı”nın Özellikleri

Organizasyon

Fonksiyon

Enerji transferi

Replikasyon

Canlıların Kimyasal Bileşimi

- Organizmanın
  - %60-65’i su,
  - %30-35’i organik maddeler
  - %5-10’u inorganiklerdir

Canlıların Kimyasal Bileşimi

- **4 element (H (%63), O (%26), C (%9) ve N (%1)) insan ve bitki organizmalarındaki atomların %99'unu oluşturur.**
- **Makrobiyojenik elementler: Organizmada ≥%1 oranında bulunur. Oksijen, Karbon, Azot, Hidrojen**
- **Oligobiyojenik elementler: Organizmada %0.1-1 oranında bulunur. Kalsiyum, Fosfor, Potasyum, Sodyum, Klor, Kükürt, Magnezyum**
- **Mikrobiyojenik elementler: Organizmada %0.01 oranında bulunur. Çinko, Manganez, Kobalt, Krom, Flor, İyot, Demir, Bakır, Selenyum, Molibden, Kalay, Silisyum**

Biyomoleküller

- **Organizmada canlılığı devam ettirmek üzere bulunan inorganik ve organik elementlerin bileşikleri olan madde grubudur.**
- **Homopolimer: Aynı tip polimerlerden oluşan biyomoleküllerdir (Örneğin; Sellüloz)**
- **Heteropolimer: Farklı tip polimerlerden oluşan biyomoleküllerdir (Örneğin; Nükleik asitler)**

Bazı Tanımlar

- **Metabolizma:** Biyolojik sistemlerde çok sayıda enzim ve multienzim sistemi ile birlikte yürütülen ve ileri derecede koordine edilen kimyasal tepkimelerin tümüne denir.
- **Metabolit:** Enzimlerin katalizlediği biyokimyasal tepkimelere katılan (başlangıç maddeleri) ve ürüne dönüşen maddelerdir.
- **Metabolik Yol:** Metabolizmada bir veya birden çok son ürün oluşturan birbirine bağımlı, ardarda gerçekleşen tepkimeler dizisidir.

Metabolik tepkimeler substrat, ürün ve hedefleri bakımından *anabolik (sentez)* ve *katabolik (yıkım)* tepkimeler olarak sınıflandırılır.

Anabolik ve Katabolik Yollar

- **Anabolizma: Küçük moleküllerden daha büyük ve kompleks moleküllerin sentezlenmesi için gerekli reaksiyonlardır.**
- **Anabolik reaksiyonlar, enerji gerektiren ve genelde maddenin elektron kazandığı tipte indirgenme tipi kimyasal reaksiyonlardır.**
- **Bu enerji ATP'nin ADP ve Pi a parçalanması sonucu sağlanır.**

Anabolik ve Katabolik Yollar

- **Katabolizma:** **Kompleks moleküllerin yapıtaşlarına hidrolizi için gerekli reaksiyonlardır. Sonuçta kompleks moleküller CO_2, H_2O ve üre gibi son ürünlere dönüşmektedir.**
- **Katabolik reaksiyonlar, sonuçta enerjinin acığa cıktığı ve maddenin elektron kaybettiği oksidasyon tipi kimyasal reaksiyonlardır.**

Canlıda Enerji Üretimi ve ATP

- **Canlı hücre ısıyı enerji kaynağı olarak kullanmaz.**
- **Hücrede kasılma, taşıma, hareket vb işlerin yapılması için kimyasal enerji kullanılır.**
- **Gerekli kimyasal enerjiyi oluşturan yapı taşları besin maddelerinden sağlanır.**

Enerji Taşıyıcı Olarak ATP

- **Enerji bir sistemin işyapabilme kapasitesidir.**
- **Bazı biyomoleküllerin yüksek kimyasal gücü bulunur.**
- **Bu maddeler birbirleriyle reaksiyona girerek veya hidrolize uğrayarak daha düşük potansiyel taşıyan ürünlere dönüştüğünde, reaksiyonun başlangıcı ile sonu arasındaki kimyasal potansiyel farkına «serbest enerji değişimi- Δ G» denir.**

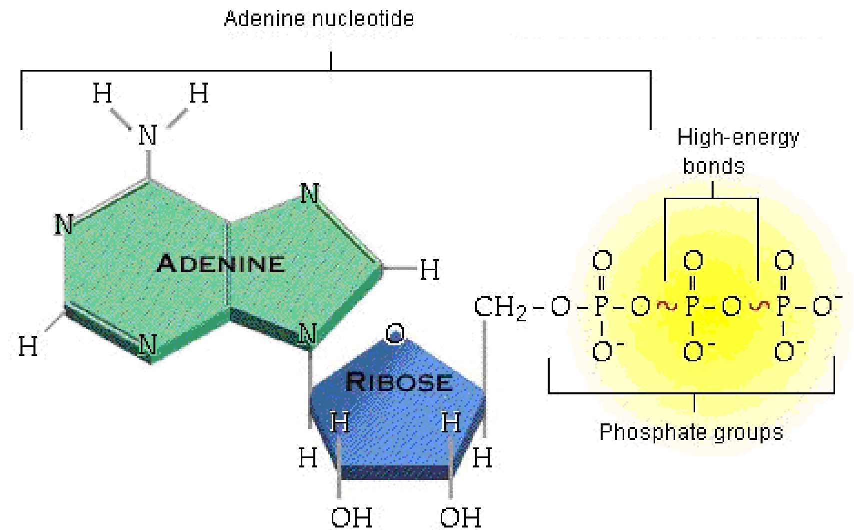
Enerji Taşıyıcı Olarak ATP

- **Bir reaksiyonun kendiliğinden gerçekleşebilmesi için ürünlerin kimyasal gücü (P_2) ile substrat(ların) kimyasal gücü (P_1) arasındaki farkın negatif olması gerekir.**
- **$P_2 < P_1$ → ΔG (negatif)**
- **Bu durumda reaksiyon spontan olarak işleyecektir → *Egzergonik reaksiyon***
- **ΔG'nin pozitif olduğu reaksiyonlar ise spontan olarak ilerleyemez ve enerji desteğine ihtiyaç duyar → *Endergonik reaksiyon***

Enerji Taşıyıcı Olarak ATP

- Adenozin 3'-trifosfat, hücre içinde bulunan çok işlevli bir nükleotittir.
- 3 Fosfat grubunun bir adenozin molekülüne bağlanması ile oluşur.
- Hücre içi biyokimyasal reaksiyonlar için gereken kimyasal enerjiyi taşır.
- Fotosentez ve hücre solunumu sırasında oluşur.
- Aerobik şartlarda ATP sentezi mitokondrilerde, oksidatif fosforilasyon yoluyla gerçekleşir. Anaerobik şartlarda ise fermantasyon yoluyla olur.

ATP, biyolojik enerji taşıyıcısıdır.



Enerji Taşıyıcı Olarak ATP

- ATP'nin enerjisi onun ADP'ye dönüşmesine yol açan fosfat bağının hidrolizi ile açığa çıkar.
- ATP + H_2O ⇄ ADP + Pi + Enerji
  Enzim 7300 kkal
- Hücre içinde çeşitli enzim, motor protein ve taşıma proteini bu enerjiyi kullanırlar.
- ATP'den bir fosfat ayrılırsa ADP (adenozin di fosfat) ve inorganik fosfat (P_i) oluşur.
- ATP'den iki fosfat ayrılırsa AMP (adenozin mono fosfat) ve PP_i oluşur.

Enerji Taşıyıcı Olarak ATP

Metabolizma
ATP sağlayan
ATP harcayan
ATP sistemini devam ettiren süreçlerden oluşur

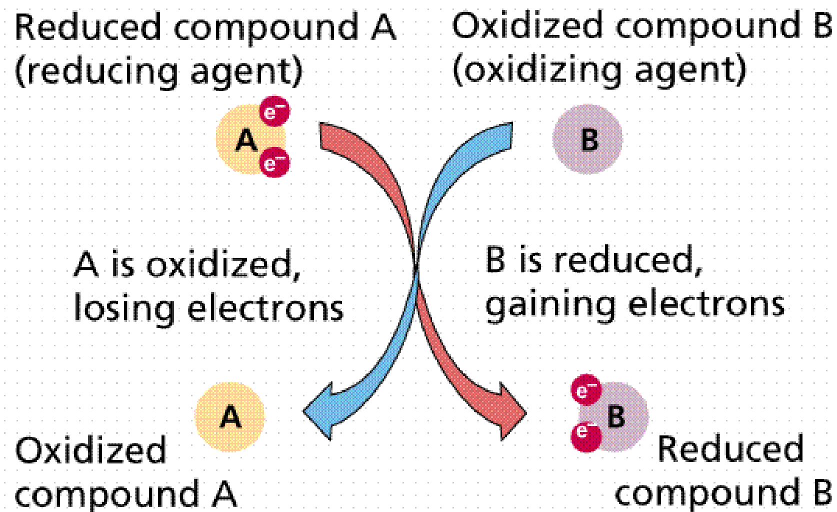
Fonksiyonu:

ATP'nin hücrede enerji kaynağı olarak kullanıldığı yerler:

- ***Biyosentez reaksiyonlarında***
- ***Fiziksel hareketlerde***
- **Aktif taşımayı**
- **Sinirsel iletimi sağlayan reaksiyonlarda**
- **Salgılama**

ATP Sentez Mekanizmaları

- **Hücre enerji metabolizmasında ATP oluşumu, bir redoks sürecidir.**
- **Redoks tepkimeleri, eşlenmiş indirgenme (redüksiyon) ve yükseltgenme (oksidasyon) tepkimeleridir.**
- **Redoks tepkimelerinde, elektron kaybeden madde oksitlenmiş (yükseltgenmiş), elektron kazanan madde ise indirgenmiştir ki reaksiyonun tümü <u>oksidoredüksiyon reaksiyonu</u> olarak adlandırılır; canlı organizmada gerçekleşen oksidoredüksiyon reaksiyonları da biyolojik oksidasyon olarak bilinir**



- **Organik maddelerin oksitlenmesinde elektronla beraber H^+ iyonunun da molekülden ayrıldığı görülür bu olay, dehidrojenizasyon olarak adlandırılır.**

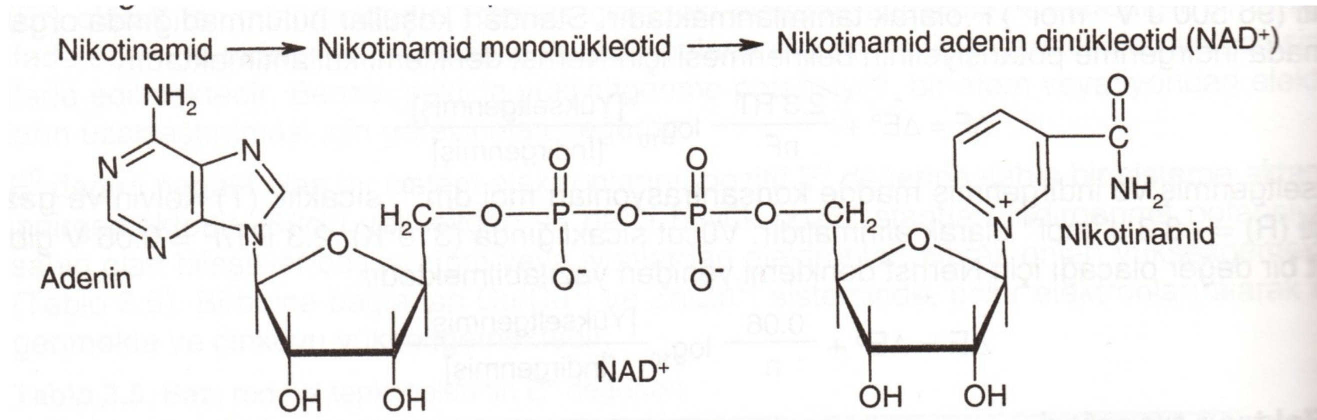
- **Organik maddelerin indirgenmesinde ise elektron alınması, proton (H^+) alınmasıyla birlikte olur.**

Redoks tepkimlerinde görev yapan bazı özel taşıyıcılar bulunmaktadır

Hidrojen Taşıyıcılar

Nikotinamid adenin nükleotitleri:

- **NAD⁺ (nikotinamid adenin dinükleotit) ve NADP⁺ (nikotinamid adenin dinükleotid fosfat), niasinden sentezlenir.**
- **Nikotinamid halkası piridine benzediği için, piridin nükleotitleri olarak adlandırılırlar.**



NAD⁺ sentezi ve yapısı

Redoks tepkimlerinde görev yapan bazı özel taşıyıcılar bulunmaktadır

Hidrojen Taşıyıcılar

***Nikotinamid adenin nükleotitleri*:**

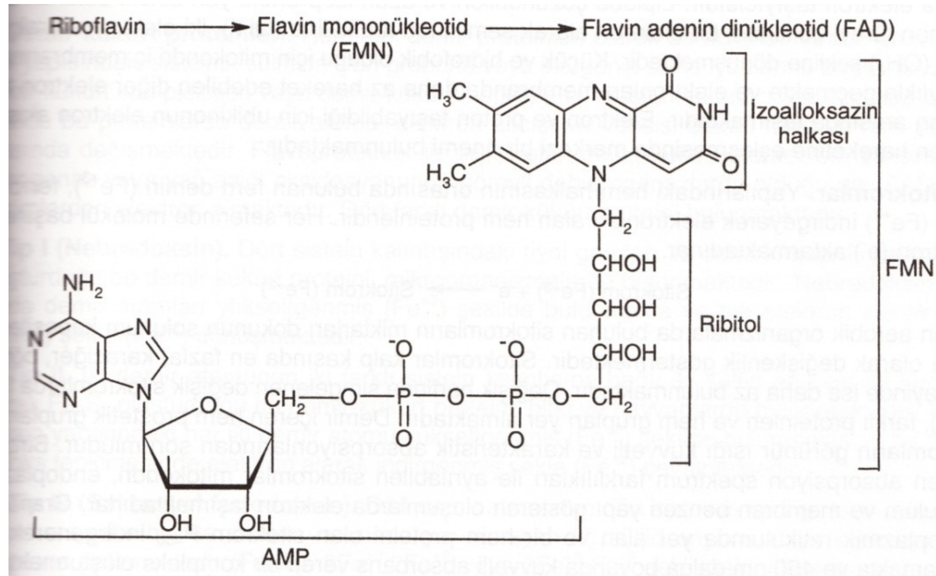
- **NAD^+ ve $NADP^+$ yapısındaki (+) işareti nikotinamid halkasının azot atomunda pozitif yük bulunduğunu ve yapının okside olduğunu gösterir.**
- **NAD^+ ve $NADP^+$ hidrid iyonu şeklinde iki elektron alarak NADH ve NADPH haline dönüşür.**

Redoks tepkimlerinde görev yapan bazı özel taşıyıcılar bulunmaktadır

Hidrojen Taşıyıcılar

***Flavin nükleotitleri*:**

- **FMN (flavin mononükleotid) ve FAD (flavin adenin dinükleotid), riboflavinden sentezlenir .**



FAD sentezi ve yapısı

Redoks tepkimlerinde görev yapan bazı özel taşıyıcılar bulunmaktadır

Hidrojen Taşıyıcılar

***Flavin nükleotitleri*:**

- **Flavin nükleotidlerini kofaktör olarak kullanan ve redoks tepkimlerini katalizleyen enzimler flavoproteinler olarak bilinir.**
- **İzoalloksazin halkası ile ribitolden (fosforile şeker alkolü) oluşan FMN yapısına AMP katılması ile FAD oluşmaktadır.**
- **İndirgenmiş substrattan bir hidrojen atomu alarak FMNH veya FADH şekline çevrilen flavin nükleotidlerine bir hidrojen atomunun daha eklenmesi ile tam indirgenmiş moleküller ($FMNH_2$ ve $FADH_2$) elde edilir.**
- **NAD ve FAD tarafından taşınan indirgen eşdeğerler ATP sentezinde, NADPH tarafından taşınan indirgen eşdeğerler ise anabolik tepkimelerde kullanılır.**

Redoks tepkimlerinde görev yapan bazı özel taşıyıcılar bulunmaktadır

Elektron Taşıyıcılar

Ubikinon (Koenzim Q):

- **Lipidde çözünebilen ve uzun izoprenoid yan zinciri bulunan benzokinon türevidir.**
- **Bir elektron alarak semikinon radikaline ($OH^{\cdot}$)**
- **İki elektron alarak ubikinol radikaline (QH_2) şekline dönüşür.**

Sitokromlar:

- **Yapılarındaki hem halkasının ortasında bulunan ferri demiri (Fe^{+3}), ferro demire (Fe^{+2}) indirgeyerek elektronları alan hem proteinleridir.**

Demir-kükürt proteinleri:

- **Hem dışı demir proteinleri olarak adlandırılırlar.**
- **Sisteinin sülfidril yan grubuna veya inorganik sülfid iyonlarına bağlanan demir, demir-kükürt kompleksleri veya demir-kükürt merkezlerini oluşturmaktadır.**

Elektron Transport Zinciri

- **Enerjiden zengin moleküller (glukoz, yağ asidi, vb) sonunda CO_2 ve su oluşan bir dizi oksidayon reaksiyonu ile metabolize olurlar.**

  - **Bu reaksiyonların metabolik ara ürünleri elektronlarını NAD^+ ve FAD'e vererek enerjiden zengin NADH ve $FADH_2$ oluştururlar.**

    - **Oluşan indirgenmiş nükleotitler (NADH, $FADH_2$) elektronları mitokondride bulunan elektron transport zinciri (solunum zinciri) adı verilen bir grup özelleşmiş elektron taşıyıcılarına aktarırlar. Solunum zincirinde bir dizi kompleks üzerinden elektronlar moleküler oksijene taşınmakta ve moleküler oksijen suya indirgenmektedir.**

Oksidatif Fosforilasyon

- **ETZ'de elektronların oksijene taşınması doğrudan ATP sentezi ile sonuçlanmaz.**
- **Elektronlar, ETZ'de ilerledikçe serbest enerjilerinin büyük bölümlerini kaybederler.**
- **Bu enerjinin bir bölümü ADP ve Pi'tan ATP sentezlenerek tutulabilir. Bu işlem oksidatif fosforilasyon olarak anılır.**